

УДК 664.643.1

І. Стадник, М. Михайлишин

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ВИЗНАЧЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ПЛАСТИФІКАТОРА З ТІСТОМ

Вважаючи те, що принцип побудови роботи безлопатевої тістомісильної машини є циклічним, то коливальні процеси, які її супроводжують, мають вимушений гармонійний характер. Коли маса тіста рухається із швидкістю V_t (м/с) між місильним барабаном і пластифікатором відбувається рух пластифікатора під дією тіста, тобто з деяким тиском на важіль пружини. Важіль є поверхня пластифікатора, що рухається шарнірно. Отже на поверхню діє невірноважена рушійна сила рухомого тіста. Відповідно дії тіста, діє сила опору пружини, що хоче повернути пластифікатор в попереднє положення. Процес зворотньо-поступального руху поверхні пластифікатора під дією пружних зв'язків від початку і до завершення пластифікації відбувається за час τ із частотою ω . За рахунок пружних зв'язків процес пластифікації можна скоротити, або розтягнути, що відповідно впливає на створення вібраційного поля.

Величина деформації пружного зв'язку $x(t)$ змінюється з часом, а сила пружного зв'язку (x, \dot{x}) представлена у вигляді системи: $(x, \dot{x}) = F(x) + (\dot{x})$, де, $F(x)$ – відновлююча пружна сила; $F_0(\dot{x})$ – непружна сила дисипації.

Відновлююча пружна сила $F(x)$ залежить від жорсткості і величини деформації пружного елементу. Напружена сила дисипації $F_0(\dot{x})$ визначає незворотне розсіювання енергії у навколишнє середовище, у матеріалі пружних елементів.

На тісто діють: сила тяжіння G , сила внутрішнього тертя F_t , сила прилипання до пластифікатора (адгезійна) F_{np} , сила ковзання до пластифікатора $F_{ков}$, сила нормальної реакції з боку пластифікатора N , а також сила з боку маси тіста (рушійна) F_p , що виникає внаслідок дії місильного барабана. Диференціальні рівняння руху елементу середовища в проекціях на координатні осі (вважаємо, що горизонтальний рух однаковий по всьому перерізу): $m\ddot{x} + a\dot{x} + kx = fN \cdot \sin \alpha + F_p \cdot \cos \alpha \omega \tau$. Тоді рівняння руху буде: $m\ddot{x} + a\dot{x} + kx = f(G \sin \alpha - F_m \cos \alpha - F_p \cos \alpha) \sin \alpha + F \cos \omega \tau$. Диференціальне рівняння коливної системи має вигляд:

$$m \cdot \ddot{x} + 6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot R \cdot (1 + f \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha) \cdot \dot{x} + k \cdot (1 + f \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha) \cdot x = m \cdot g \cdot f \cdot \sin^2 \alpha + \frac{\Delta P}{\rho \cdot g} \cdot \left(\frac{a_2}{a_1} \right)^2 \cdot \frac{\cos \omega \cdot \tau}{\tau}$$

$$\ddot{x} + \frac{6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot R}{m} \cdot (1 + f \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha) \cdot \dot{x} + \frac{k}{m} \cdot (1 + f \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha) \cdot x = g \cdot f \cdot \sin^2 \alpha + \frac{\Delta P}{m \cdot \rho \cdot g} \cdot \left(\frac{a_2}{a_1} \right)^2 \cdot \frac{\cos \omega \cdot \tau}{\tau}$$

зробивши цілий ряд перетворень та розрахунків, шукане рівняння можна представити у вигляді:

$$X = \bar{X} + \tilde{X} = e^{-\alpha \tau} [c_1 \cos \beta \tau + c_2 \sin \beta \tau] + [D_1(\tau) \cos \beta \tau + D_2(\tau) \sin \beta \tau] e^{-\alpha \tau};$$

$$D_1(\tau) = \frac{1}{\beta} \int_0^\tau e^{-\alpha \tau} \sin \beta \tau (A + B e^{-\theta \tau} \cos \omega \tau) d\tau, \quad D_2(\tau) = \frac{1}{\beta} \int_0^\tau e^{-\alpha \tau} \cos \beta \tau (A + B e^{-\theta \tau} \cos \omega \tau) d\tau$$

$$X = e^{-\alpha \tau} [(c_1 + D_1(\tau)) \cos \beta \tau + (c_2 + D_2(\tau)) \sin \beta \tau] \sin \beta \tau$$

$$\dot{X} = -\alpha e^{-\alpha \tau} [c_1 \cos \beta \tau + c_2 \sin \beta \tau] + e^{-\alpha \tau} [D_1^1 \cos \beta \tau - D_1 \beta \sin \beta \tau + D_2^1 \sin \beta \tau + \beta (c_2 + D_2(\tau) \cos \beta \tau)]$$

Отримано аналітичні залежності дозволяють, виходячи із рушійної сили маси тіста під час пластифікації, визначити потрібну і вибрати необхідну жорсткість і зусилля підтискання пружини. Відповідно до вибраних параметрів тісто одержує колювання, що якісно впливає на структуру тіста та на весь технологічний процес.